

PEMANFAATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK ANALISIS POTENSI DAERAH RESAPAN AIR DI KABUPATEN PATI JAWA TENGAH

Ernawati ^{a*}, Sunaryo, Dedy Kurnia ^a, Maburur, Adkha Yulianandha ^a

Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Bendungan Sigura – gura No. 2 Telp. (0341) 551431, Malang 66145
email : ernaw5084@gmail.com

ABSTRAK

Daerah resapan air adalah daerah tempat meresapnya air hujan ke dalam tanah yang selanjutnya menjadi air tanah. Keberadaan air tanah di Kabupaten Pati masih menjadi permasalahan, dikarenakan pada musim hujan air meluap tetapi pada saat musim kemarau beberapa desa mengalami kekeringan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi daerah resapan air di Kabupaten Pati.

Penelitian ini memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menganalisis potensi daerah resapan air di Kabupaten Pati. Metode yang digunakan adalah skoring dan *overlay*. Metode skoring yang digunakan berdasarkan P. 32/MENHUT – II/2009 tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Derah Aliran Sungai (RTkRHL – DAS). Potensi daerah resapan air secara alami dihasilkan dari *overlay* peta jenis tanah, jenis batuan, curah hujan, dan kemiringan lereng sedangkan potensi daerah resapan air secara aktual dihasilkan dari *overlay* daerah resapan air secara alami dengan peta penggunaan lahan.

Hasil analisa potensi daerah resapan air di Kabupaten Pati menunjukkan nilai potensi baik sebesar 15,95%, normal alami sebesar 4,972%, mulai kritis sebesar 18,081%, agak kritis sebesar 56,251%, dan kritis sebesar 4,746%. Keseluruhan hasil penelitian menunjukkan potensi daerah resapan air di Kabupaten Pati berada pada kriteria agak kritis, karena perubahan fungsi lahan menjadi salah satu faktor penghambat atau berkurangnya potensi daerah resapan air di suatu wilayah.

Kata kunci : Sistem Informasi Geografis (SIG), Daerah Resapan Air, *Overlay*, Klasifikasi

I. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Seiring berkembangnya zaman dan disertai bertambahnya jumlah penduduk di Kabupaten Pati ini menyebabkan pemanfaatan air semakin bertambah. Pemanfaatan air terutama air tanah yang meningkat secara terus – menerus dapat menimbulkan dampak negatif bagi sumber air tanah itu sendiri dan lingkungannya. Jika kuantitas dan kualitas air tanah terus berkurang, maka akan memberikan dampak buruk baik sosial, ekonomi dan lingkungan hidup.

Keberadaan air tanah di Kabupaten Pati masih menjadi permasalahan, dikarenakan pada musim hujan air meluap tetapi pada saat musim kemarau beberapa desa mengalami kekeringan. Kabupaten Pati merupakan satu dari 35 kabupaten atau kota di Provinsi Jawa Tengah, dalam Metrotvnews.com pada Selasa, 29 Agustus 2017 pukul 14:32 WIB menyebutkan bahwa 97 Desa di Kabupaten Pati berpotensi kekeringan pada musim kemarau (Metrotvnews.com, 29 Agustus 2017), Terkait dengan peristiwa kekeringan pada musim kemarau tersebut Bupati Pati Haryanto menginstruksikan

Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang untuk membuat resapan air di daerah darurat kekeringan. Menurut Peraturan Daerah Kabupaten Pati Nomor 5 Tahun 2011 tentang Tata Ruang Wilayah Kabupaten Pati Tahun 2010 – 2030. Salah satu strategi kebijakan pola ruang dalam peraturan daerah tersebut adalah kebijakan pengembangan kawasan lindung. Kawasan resapan air merupakan kawasan lindung yang memberikan perlindungan kawasan bawahannya. Berdasarkan dari peristiwa kekeringan dan menindaklanjuti peraturan daerah Kabupaten Pati tersebut penelitian ini bisa digunakan sebagai acuan untuk penentuan kawasan resapan air. Untuk menentukan kawasan resapan air ini dengan menggunakan parameter – parameter tertentu yang selanjutnya diolah menggunakan komputer dengan memanfaatkan sistem informasi geografis.

Sistem Informasi Geografis (SIG) didefinisikan sebagai kombinasi perangkat keras dan perangkat lunak komputer yang memungkinkan untuk mengelola (*manage*), menganalisa, memetakan informasi spasial berikut data atributnya (data deskriptif) dengan akurasi kartografi (Prahasta, 2002). Sistem Informasi Geografis (SIG) mampu

mengolah data spasial ke dalam bentuk peta digital dan visual, sehingga lebih mudah untuk dipahami.

1.1. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, Permasalahan yang di bahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah cara menentukan potensi daerah resapan air di Kabupaten Pati dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) ?
2. Bagaimanakah persebaran kondisi daerah resapan air di Kabupaten Pati ?

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis potensi daerah resapan air di Kabupaten Pati dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG).
2. Mengetahui persebaran kondisi resapan air di Kabupaten Pati.
3. Membuat peta potensi daerah resapan air di Kabupaten Pati.

1.3. Lokasi Penelitian

Penelitian ini mengambil studi kasus di Kabupaten Pati Jawa Tengah yang terletak di wilayah Pantura (pantai utara) Pulau Jawa, tepatnya terletak pada posisi 110° 15' - 111° 15' Bujur Timur dan 6° 25' - 7° 00' Lintang Selatan, dengan luas wilayah sebesar 158236,37 Ha.

II. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan lima parameter yaitu jenis tanah, kemiringan lereng, jenis batuan, curah hujan, dan penggunaan lahan. Data – data tersebut diperoleh dari BAPPEDA dan Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Pati. Metode yang digunakan dalam penentuan potensi daerah resapan air pada penelitian ini adalah metode skoring. Metode skoring yaitu suatu cara menilai potensi lahan dengan jalan memberikan nilai pada setiap parameter, sehingga diperoleh kelas kemampuan lahan berdasarkan perhitungan harkat setiap parameter lahan tersebut (SuprptoHardjo, 1962). Penentuan potensi daerah resapan air berdasarkan sumber dari P. 32/MENHUT – II/2009 tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTkRLH – DAS).

A. Kemiringan Lereng

Semakin besar kemiringan semakin kecil jumlah air yang meresap tetapi akan semakin penting atau perlu untuk dikonservasi (Wibowo, 2006). Semakin curam kemiringan lereng semakin

kecil jumlah air yang meresap dikarenakan gaya gravitasi mengakibatkan air mengalir vertikal ke dalam tanah melalui profil tanah.

Tabel 2.1. Hubungan Kemiringan Lereng dan Tingkat Infiltrasi, Chow (1968) dalam P. 32/MENHUT – II/2009

Klas	Lereng (%)	Deskripsi	Infiltrasi	Notasi	Harkat
I	<8	Datar	Besar	a	5
II	8 – 15	Landai	Agak besar	b	4
III	15 - 25	Gelombang	Sedang	c	3
IV	25 - 40	Curam	Agak kecil	d	2
V	>40	Sangat Curam	Kecil	e	1

tentang RTk RHL – DAS

B. Jenis Tanah

Tanah yang mempunyai tekstur kasar (berpasir) memiliki laju infiltrasi yang lebih tinggi dari liat dan debu, karena tanah pasir didominasi oleh tanah berpori makro dan ukuran butir liat jauh lebih kecil dari debu dan pasir ruang porinya didominasi oleh pori - pori mikro sehingga laju infiltrasi tanah liat lebih rendah dari bertekstur debu.

Tabel 2.2. Hubungan Jenis Tanah dan Tingkat Infiltrasi, P.

Klas	Jenis Tanah	Infiltrasi	Notasi	Harkat
I	Andosol hitam	Besar	a	5
II	Andosol Coklat	Agak besar	b	4
III	Regosol	Sedang	c	3
IV	Latosol	Agak kecil	d	2
V	Aluvial	kecil	e	1

32/MENHUT – II/2009 tentang RTkRLH – DAS

C. Jenis Batuan

Kelolosan batuan dalam infiltrasi sangat dipengaruhi oleh tekstur dan struktur dari tiap jenis batuan. Semakin besar permeabilitas dan koefisien resapan semakin besar skornya (Wibowo, 2006). Kelas dan skor jenis batuan tersaji dalam tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3. Hubungan Jenis Batuan dan Tingkat Infiltrasi, Direktorat Tata Lingkungan Geologi dan Kawasan

Klas	Permeabilitas (m/hari)	Jenis Batuan	Notasi	Deskripsi	Harkat
I	>10 ³	Endapan Aluvial	a	Besar	5
II	10 ¹ – 10 ³	Endapan Kuarter muda	b	Agak Besar	4
III	10 ⁻² – 10 ¹	Endapan kuarter tua	c	Sedang	3
IV	10 ⁻⁴ – 10 ⁻²	Endapan Tersier	d	Agak Kecil	2
V	<10 ⁻⁴	Batuan Intrusi	e	Kecil	1

Pertambangan (2004) dalam Wibowo (2006)

D. Curah Hujan

Daya dukung lingkungan dengan curah hujan yang sama, resapan air akan semakin besar jika hujan terjadi dalam waktu yang panjang. Sehubungan dengan hal tersebut dikembangkan faktor hujan infiltrasi yang di hitung menggunakan persamaan 1 (Wibowo, 2006).

$$RD = 0,01 \cdot P \cdot Hh \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

RD = Faktor hujan infiltrasi

P = Curah hujan tahunan

Hh = Jumlah hari hujan tiap tahun

Semakin tinggi dan lama curah hujan, semakin besar skornya karena semakin tinggi dan lama curah hujan semakin besar air yang dapat meresap ke dalam tanah, nilai skor hujan infiltrasi dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.4. Hubungan Klasifikasi “hujan infiltrasi” RD dan Tingkat Infiltrasi, P. 32/MENHUT – II/2009 tentang RTkRLH – DAS

Klas	Deskripsi	Nilai “hujan infiltrasi” RD	Notasi	Harkat
I	Kecil	<2500	e	1
II	Agak Kecil	2500 – 3500	d	2
III	Sedang	3500 – 4500	c	3
IV	Agak Besar	4500 – 5500	b	4
V	Besar	>5500	a	5

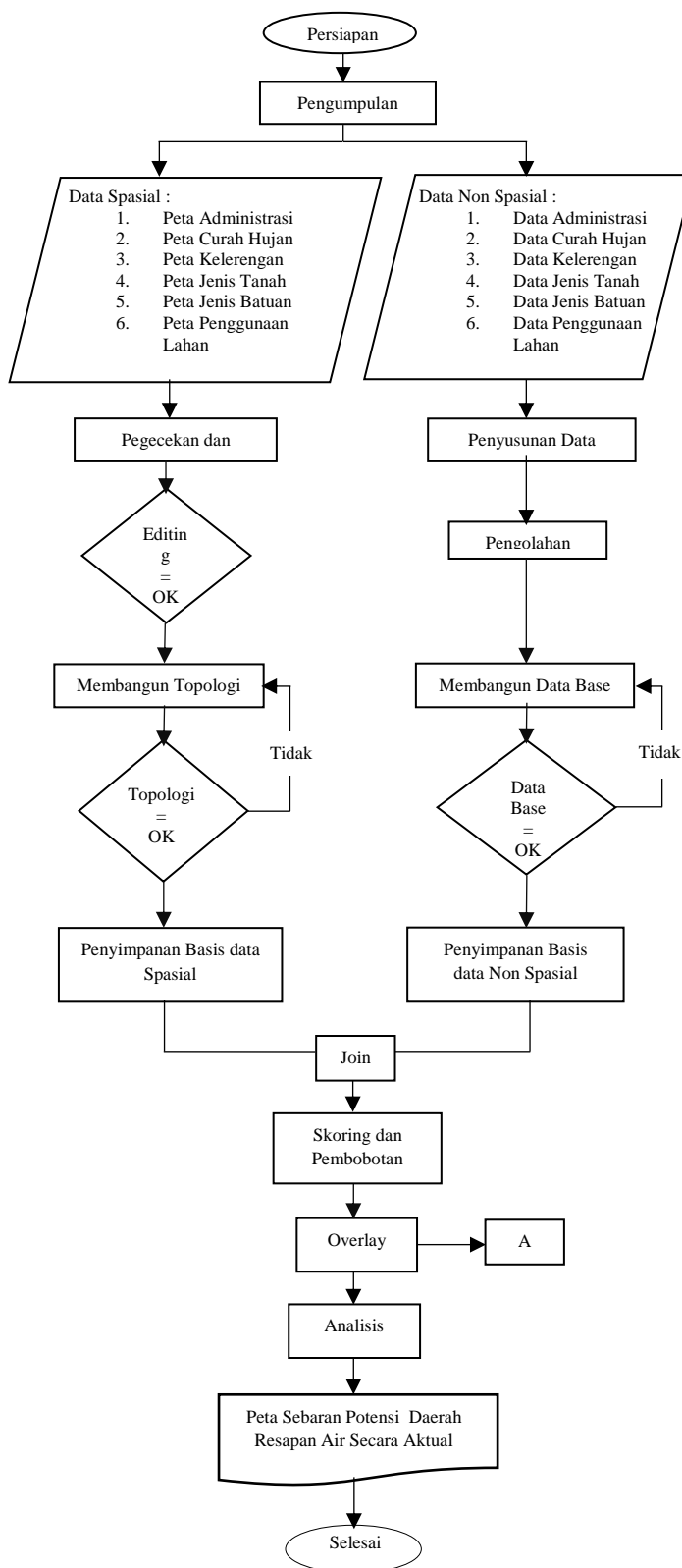
E. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan merupakan parameter faktor resapan air yang memiliki hubungan erat dengan air larian permukaan. Tanah berpenutupan permanen seperti bangunan dan jalan raya akan menghambat laju infiltrasi. Sehingga *run off* akan lebih sering terjadi pada tanah perpenutupan permanen, tetapi tipe vegetasi sangat baik dalam infiltrasi, semakin baik tutupan lahan maka semakin baik pula resapan air di daerah tersebut, maka dalam kaitannya dengan nilai infiltrasi aktual secara kualitatif dapat dibuat klasifikasi sebagaimana tabel 2.5 berikut.

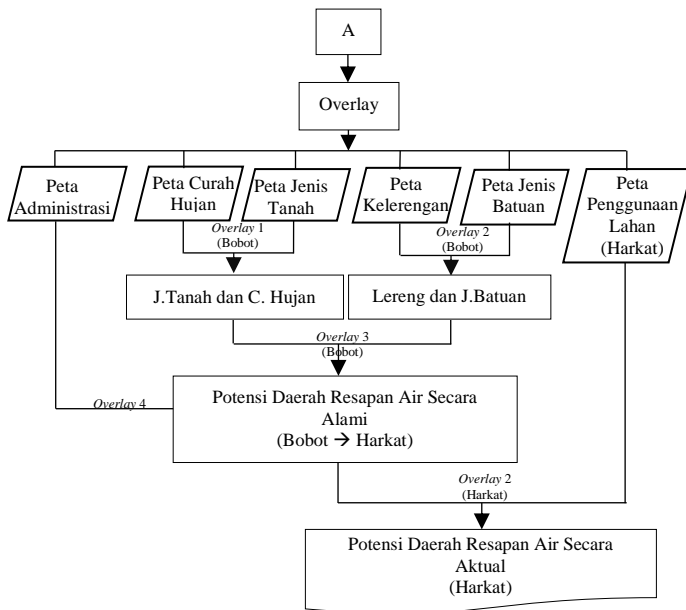
Tabel 2.5. Hubungan Penggunaan Lahan dan Tingkat Infiltrasi, P. 32/MENHUT – II/2009 tentang RTkRLH – DAS

Klas	Deskripsi	Notasi	Tipe Penggunaan Lahan	Harkat
I	Besar	A	Hutan lebat	5
II	Agak besar	B	Hutan produksi, perkebunan	4
III	Sedang	C	Semak, tegalan	3
IV	Agak kecil	D	Hortikultura	2
V	Kecil	E	Pemukiman, sawah, tubuh air	1

2.1. Diagram alir penelitian



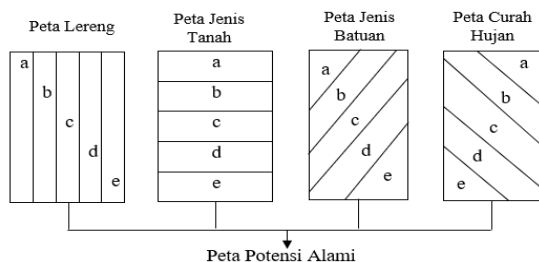
Gambar 2.1 Digram Alir Penelitian



Gambar 2.1 Digram Alir Proses Overlay

2.2. Potensi daerah resapan air secara Alami

Potensi daerah resapan air secara alami adalah besarnya potensi daerah resapan yang terbentuk secara alami, dilakukan *overlay* dari peta lereng, jenis tanah, jenis batuan dan curah hujan.



Gambar 2.1 Proses *Overlay* Parameter Potensi Infiltrasi Alami, P. 32/MENHUT – II/2009 tentang RTkRLH – DAS

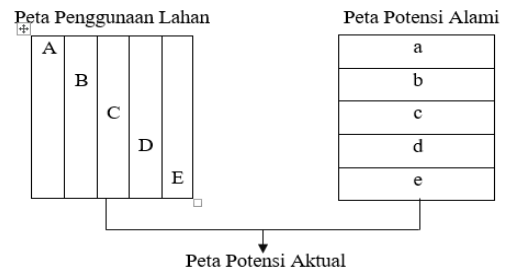
Tabel 3.6. Klasifikasi Tingkat Resapan Air Secara Alami

No.	Rentang Nilai Skor Total	Kemampuan Infiltrasi	Notasi
1.	3 – 6	Sangat Kecil	e
2.	7 – 10	Kecil	d
3.	11 – 14	Sedang	c
4.	15 – 18	Besar	b
5.	19 – 22	Sangat Besar	a

Skor total potensi daerah resapan air secara alami merupakan penjumlahan nilai skor setiap parameter potensi daerah resapan air.

2.3. Potensi daerah resapan air secara aktual

Potensi daerah resapan air secara Aktual adalah besarnya infiltrasi yang mewakili jenis penggunaan lahan sebagai wujud aktifitas manusia, yaitu *overlay* hasil peta potensi alami dengan peta penggunaan lahan, hasilnya dimasukkan ke dalam klas – klas yang telah ada.



Gambar 2.3 Proses *Overlay* Potensi Infiltrasi Aktual, P. 32/MENHUT – II/2009 tentang RTkRLH – DAS
Keterangan: A = Besar, B = Agak besar, C = Sedang, D = Agak kecil, E = Kecil

Notasi penggunaan lahan berdasarkan Tabel 2.5, dimana setiap notasi merupakan deskripsi dari tipe penggunaan lahannya. Proses *overlay* potensi aktual menghasilkan penjumlahan notasi penggunaan lahan dan potensi alami, kemudian mendapatkan klas kondisi daerah resapan air yang disajikan dalam gambar 2.4 berikut.

aA	aB	aC	aD	aE
bB	bC	bD	bE	bA
cC	cD	cE	cA	cB
dD	dE	dA	dB	dC
eE	eA	eB	eC	eD

Gambar 2.4 Klas Kondisi Daerah Resapan Air, P. 32/MENHUT – II/2009 tentang RTkRLH – DAS

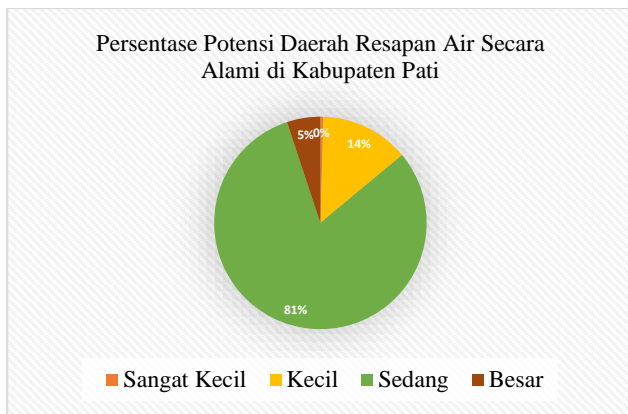
Keterangan:

- Klas I : Baik
- Klas II : Normal Alami
- Klas III : Mulai Kritis
- Klas IV : Agak Kritis
- Klas V : Kritis
- Klas VI : Sangat Kritis

III. Hasil dan Pembahasan

3.1. Potensi Daerah Resapan Air Secara Alami di Kabupaten Pati

Peta potensi daerah resapan air secara alami ini didapatkan dengan *overlay* antara peta kemiringan lereng, peta curah hujan, peta jenis tanah dan peta jenis batuan, yang menggambarkan kondisi potensial wilayah Kabupaten Pati. Berdasarkan klasifikasi kemampuan infiltrasi sesuai dengan masing – masing nilai skor total, diketahui bahwa terdapat empat kelas kemampuan infiltrasi yang terdapat di daerah penelitian, meliputi: Besar, Sedang, Kecil, Sangat Kecil.



Gambar 4.1 Diagram Persentase Potensi Daerah Resapan Air Secara Alami di Kabupaten Pati

Hasil analisis dari potensi daerah resapan air secara alami di Kabupaten Pati luasan terbesar ada di kriteria sedang dengan luas 128079,150 Ha atau 80,942 % dan luasan terkecil ada di kriteria sangat kecil dengan luas 721,774 Ha atau 0,456 %. Berikut hasil analisis daerah resapan air secara alami berdasarkan kelas klasifikasinya:

1. Kelas besar

Skor total yang masuk ke dalam kelas besar adalah 15 – 18. Luasan terbesar kelas resapan air besar terdapat di Kecamatan Wedarijaksa dengan luas 2075,659 Ha dan luasan terkecil terdapat di Kecamatan Margorejo dengan luas 213,627 Ha.

2. Kelas sedang

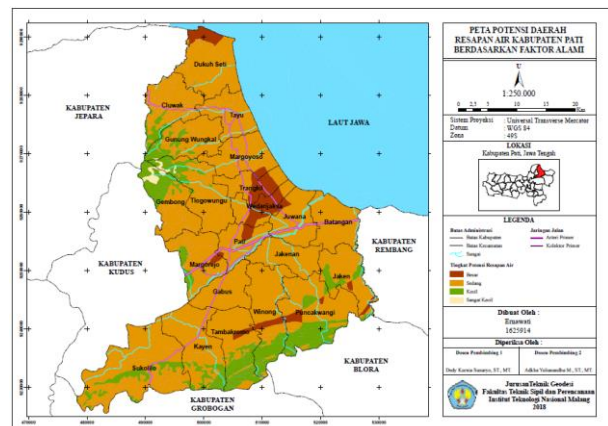
Skor total yang masuk ke dalam kelas sedang adalah 11 – 14. Luasan terbesar kelas resapan air sedang terdapat di Kecamatan Sukolilo dengan luas 14564,815 Ha dan luasan terkecil terdapat di Kecamatan Wedarijaksa dengan luas 2009,271 Ha.

3. Kelas kecil

Skor total yang masuk ke dalam kelas kecil adalah 7 – 10. Luasan terbesar kelas resapan air kecil terdapat di Kecamatan Puncakwangi dengan luas 3962,122 Ha dan luasan terkecil terdapat di Kecamatan Margoyoso dengan luas 6,480 Ha.

4. Kelas sangat kecil

Skor total yang masuk ke dalam kelas sangat kecil adalah 3 – 6. Luasan terbesar kelas resapan air sangat kecil terdapat di Kecamatan Gembong dengan luas 477,302 Ha dan luasan terkecil terdapat di Kecamatan Cluwak dengan luas 16,177 Ha.



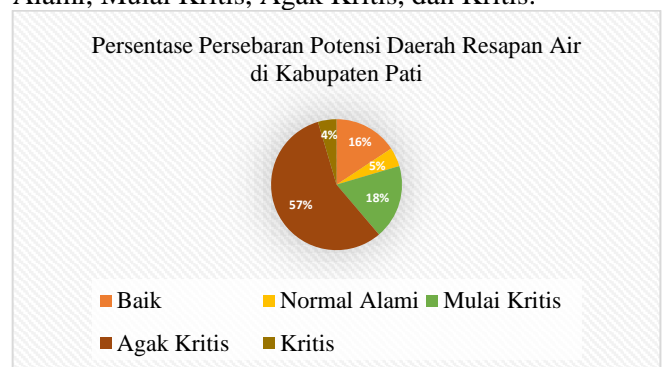
Gambar 4.1. Peta Potensi Daerah Resapan Air Secara Alami

3.2. Potensi Daerah Resapan Air Secara Aktual di Kabupaten Pati

Peta potensi daerah resapan air secara aktual merupakan peta yang menggambarkan kemampuan aktual suatu daerah dalam meresapkan air ke dalam tanah dengan memperhitungkan aspek aktifitas manusia sebagai subjek pengelolaan lahan. Peta potensi daerah resapan air secara aktual ini merupakan peta potensi daerah resapan air di Kabupaten Pati.

Tabel 4.2. Luas Kelas Potensi Daerah Resapan Air Secara Aktual di Kabupaten Pati

Berdasarkan klasifikasi yang digunakan dari hasil *overlay* peta, maka didapatkan kondisi peresapan air di Kabupaten Pati terbagi dalam lima kelas potensi daerah resapan air, yaitu: Baik, Normal Alami, Mulai Kritis, Agak Kritis, dan Kritis.



Gambar 4.2 Diagram Persentase Potensi Daerah Resapan Air Secara Aktual di Kabupaten Pati

Berdasarkan hasil analisis potensi daerah resapan air secara aktual di Kabupaten Pati, luasan terbesar ada di kelas kriteria agak kritis dengan luas 89626,047 Ha atau 56,641 % dan luasan terkecil ada di kriteria kritis dengan luas 7259,242 Ha atau 4,588 %. Berikut hasil analisis daerah resapan air secara aktual berdasarkan kelas klasifikasinya:

1. Baik

Kelas baik memiliki kombinasi notasi: bA, cA, cB, dA, dB, dC, eA, eB, eC, dan eD, dimana pada kelas ini infiltrasi aktual lebih besar dibandingkan nilai infiltrasi alaminya. Luasan terbesar kelas resapan air baik terdapat di Kecamatan Dukuhseti dengan luas 3728,983 Ha dan luasan terkecil terdapat di Kecamatan Pati dengan luas 2,283 Ha.

2. Normal Alami

Kelas normal alami memiliki kombinasi notasi: aA, bB, cC, dD dan eE, dimana pada kelas ini infiltrasi aktual sama atau tetap dengan nilai infiltrasi alaminya. Luasan terbesar kelas resapan air normal alami terdapat di Kecamatan Sukolilo dengan luas 1581,117 Ha dan luasan terkecil terdapat di Kecamatan Pati dengan luas 5,498 Ha.

3. Mulai Kritis

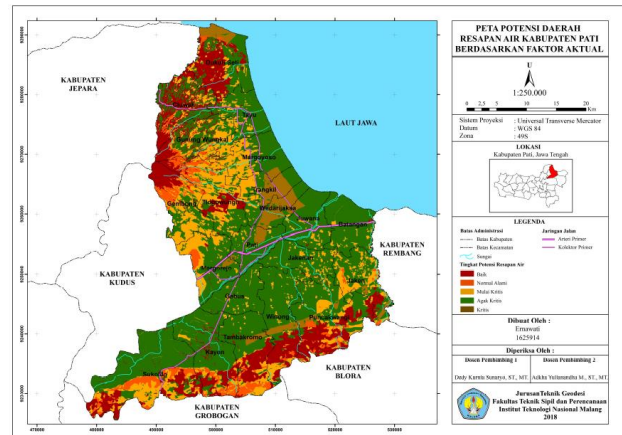
Kelas mulai kritis memiliki kombinasi notasi: aB, bC, dB, Cd dan dE, dimana pada kelas ini infiltrasi aktual turun setingkat dari nilai infiltrasi alaminya. Luasan terbesar kelas resapan air mulai kritis terdapat di Kecamatan Tlogowungu dengan luas 3561,952 Ha dan luasan terkecil terdapat di Kecamatan Pati dengan luas 275,084 Ha.

4. Agak Kritis

Kelas agak kritis memiliki kombinasi notasi: aC, bD dan cE, dimana pada kelas ini infiltrasi aktual turun dua tingkat dari nilai infiltrasi alaminya. Luasan terbesar kelas resapan air agak kritis terdapat di Kecamatan Sukolilo dengan luas 9498,467 Ha dan luasan terkecil terdapat di Kecamatan Trangkil dengan luas 1527,099 Ha.

5. Kritis

Kelas kritis memiliki kombinasi notasi: aD dan bE, dimana pada kelas ini infiltrasi aktual turun tiga tingkat dari nilai infiltrasi alaminya. Luasan terbesar kelas resapan air kritis terdapat di Kecamatan Wedarijaksa dengan luas 1860,925 Ha dan luasan terkecil terdapat di Kecamatan Margorejo dengan luas 195,091 Ha.



Gambar 4.1. Peta Potensi Daerah Resapan Air Secara Aktual

IV. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian penentuan potensi daerah resapan air di Kabupaten Pati, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Potensi daerah resapan air secara alami di Kabupaten Pati, kelas resapan air terbaik yaitu kelas resapan air besar dengan luasan terbesar terdapat di Kecamatan Wedarijaksa dan luasan terkecil terdapat di Kecamatan Margorejo, sedangkan kelas resapan air terburuk yaitu kelas resapan air sangat kecil dengan luasan terbesar terdapat di Kecamatan Gembong dan luasan terkecil terdapat di Kecamatan Cluwak.
2. Potensi daerah resapan air secara aktual di Kabupaten Pati, kelas resapan air terbaik yaitu kelas resapan air baik dengan luasan terbesar terdapat di Kecamatan Dukuhseti dan luasan terkecil terdapat di Kecamatan Pati, sedangkan kelas resapan air terburuk yaitu kelas resapan air kritis dengan luasan terbesar terdapat di Kecamatan Wedarijaksa dan luasan terkecil terdapat di Kecamatan Margorejo.
3. Potensi daerah resapan air di Kabupaten Pati terbesar berada pada kriteria agak kritis dengan persentase 56,641%, hal ini dikarenakan wilayah Kabupaten Pati didominasi dengan penggunaan lahannya berupa sawah.
4. Suatu wilayah yang memiliki tingkat potensi daerah resapan air secara alaminya tinggi tetapi tidak didukung oleh penggunaan lahan yang sesuai maka dapat menurunkan potensinya sebagai daerah resapan air.

V. Referensi

- Adisoemartono. 1994. *Dasar – Dasar Ilmu Tanah*. Erlangga: Bandung.
- Arronof, S. 1989. *Geografic Information System. A Management Persepective* : WDL Publication, Ottawa, Canada.
- Asdak, Chay. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Diyono. 2002. *Materi Praktek Sistem Informasi Geografis*. Handout. Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik UGM: Yogyakarta.
- Fahmi, Hamzah. 2016. *Analisis Kondisi Resapan Air dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Kabupaten Gunung Kidul*. Skripsi. Fakultas Geografi UMS: Surakarta.
- Hamam, A. 2000. *Merencanakan Tata Ruang Daerah Resapan Air*. Majalah Ilmiah Triwulan “ ENERGI “ Edisi No.07. Februari – April.
- Herlambang, A., dan Indriatmoko, R. H. 2005. *Pengelolaan Air Tanah Dan Industri Air Laut*. Jurnal Air Indonesia Vol.1 No. 2, 211-255.
- Lee, R. 1990. *Hidrologi Hutan*. Gadjah Mada University: Yogyakarta.
- Murianews.com. 2017. 97 Desa di Kabupaten Pati Berpotensi Kekeringan Pada Musim Kemarau. Diakses dari <http://jateng.metrotvnews.com> pada hari Rabu 4 Oktober 2017.
- Pangestu, Adi. 2017. *Penentuan Zona Resapan Air Menggunakan Analisis Sistem Informasi Geografis Untuk Kawasan Perlindungan Sumberdaya Air Tanah Di Kabupaten Kolka Provinsi Sulawesi Tenggara*. Skripsi. Jurusan Teknik Geologi Universitas Halu Oleo: Kendari.
- Peraturan Daerah Kabupaten Pati. 2011. *PERDA NO.5 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Pati 2010 – 20130*. Bupati: Pati.
- Peraturan Menteri Kehutanan RI. 2009. *P.32/MENHUT-II/2009 tentang Tata Cara Penyusunan Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTkRHL-DAS)*. Menteri Kehutanan RI: Jakarta.
- Prahasta, E. 2001. *Konsep – konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. CV Informatika: Bandung.
- Prahasta, E. 2002. *Sistem Informasi Geografis. Tutorial Arcview*. CV Informatika: Bandung.
- Prahasta, E. 2006. *Sistem Informasi Geografis (Membangun Web Based GIS dengan Mapserver)*. CV Informatika: Bandung.
- Prihandito, A. 1989. *Kartografi*. PT Mitra Gama Widya: Yogyakarta.
- Raharjo, Aditya Rahman. 2015. *Analisis Daerah Resapan Air dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah*. Skripsi thesis. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Riadi, B. dkk. 2011. *Pembangunan Sistem Informasi Spasial (Studi Kasus Kabupaten Pidie Jaya, Provinsi Aceh)*. Jurnal.
- Riyadi, G. 1994. *Visualisasi Peta*. Fakultas Teknik Geodesi. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Salama dkk. 1993. *Distribution of Recharge and Discharge Areas in A First Order Catchment as Interpreted from Watter Level Pattern*. *Journal of Hydrology* v. 143, Elseiver: Amsterdam.
- Sartohadi, Junun dkk. 2012. *Pengantar Geografi Tanah*. Pustaka Pelajar: Yogyakarta.
- Sitanala. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press Aplikasi: Bogor.
- Sudarmanto, Arief dkk. 2013. *Analisis Kemampuan Infiltrasi Lahan Berdasarkan Kondisi Hidrometeorologis dan Karakteristik DAS pada Sub DAS Kreo Jawa Tengah*. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan 2013 ISBN 978-602-17001-1-2. UNDIP: Semarang.
- SuprptoHardjo, M. 1962. *Suatu Cara Penilaian Kemampuan Wilayah*. UGM-BAKOSURTANAL.
- Wibowo, Mardi. 2006. *Model Penentuan Kawasan Resapan Air Untuk*

*Perencanaan Tata Ruang
Berwawasan Lingkungan.* Badan
Pengkaji dan Penerapan Teknologi:
Jakarta.

Wio, Arsenius Basillius. 2016. *Pemanfaatan
Citra Landsat 8 dan SIG untuk
Analisis Daerah Resapan Air di
Kabupaten Ngada Nusa Tenggara
Timur.* Institut Teknologi Nasional:
Malang.